

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí

Návrh železobetonové konstrukce budovy školícího střediska

Design of reinforced concrete structure of the vocational training
centre building

Student:

Vojtěch Černý

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavlína Matečková, Ph.D

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí

Zadání bakalářské práce

Student:

Vojtěch Černý

Studijní program:

B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor:

3607R037 Konstrukce staveb

Téma:

Návrh železobetonové konstrukce budovy školícího střediska
Design of reinforced concrete structure of the vocational training centre
building

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci bakalářské práce bude zpracován návrh železobetonových stropních konstrukcí a svislých stěnových konstrukcí budovy školícího střediska podle platných norem pro navrhování. Práce bude doplněna návrhem konstrukce schodiště.

Model konstrukce bude zpracován v softwaru na bázi MKP.

Pro posouzení prvky budou zpracovány výkresy tvaru a výztuže

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí.

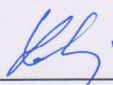
ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

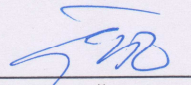
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavlína Matečková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 02.05.2017



doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 2. 5. 2017

.....

podpis studenta

Prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 2. 5. 2017

.....

Vojtěch Černý

Anotace

Předmětem bakalářské práce je návrh železobetonových monolitických stropních konstrukcí, svislých zděných stěnových konstrukcí a deskového železobetonového schodiště. Cílem práce je zpracovat model konstrukce v softwaru na bázi metody konečných prvků a staticky navrhnout a posoudit tyto hlavní nosné prvky konstrukce pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti dle platných norem pro navrhování železobetonových a zděných konstrukcí [6, 10, 11]. Součástí bakalářské práce je zhotovení výkresů výztuže a výkresů tvaru konstrukce.

Klíčová slova

Železobeton, stěnový systém, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, metoda konečných prvků.

Annotation

The subject of the bachelor thesis is the design of reinforced concrete monolithic ceiling structures, vertical masonry wall structures and reinforced concrete staircase slab. The aim is to elaborate model of construction in finite element method based software and design and evaluate main load bearing elements of the structure for ultimate limit state and serviceability limit state according to valid standards for design of reinforced concrete and masonry structures. Part of the bachelor thesis is also elaboration drawings of reinforcement and shape of the structure.

Key words

Reinforced concrete, wall system, ultimate limit state, serviceability limit state, finite element method.

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Pavlíně Matečkové, Ph.D, za její vstřícnost, zájem a ochotu. Vážím si jejího odborného přístupu a bohatých zkušeností s řešenou problematikou.

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Technická zpráva	7
2.1. Popis budovy	7
2.2. Založení objektu	7
2.3. Nosná konstrukce	7
2.4. Doplnkové údaje.....	8
3. Zatížení.....	9
3.1. Zatížení stropní desky nad 1.NP	9
3.1.1. Stálé zatížení plošné	9
3.1.2. Stálé zatížení liniové.....	9
3.1.3. Užité zatížení	9
3.1.4. Zatížení od schodiště	10
3.2. Zatížení střešní desky nad 2. NP	10
3.2.1. Stálé zatížení plošné	10
3.2.2. Užité zatížení	10
3.2.3. Zatížení sněhem	11
3.2.4. Zatížení větrem	11
3.3. Zatížení na schodiště	14
3.4. Zatížení stěn.....	15
4. Zatěžovací stavy.....	16
4.1. Deska 1.NP	16
4.2. Deska 2.NP	17
4.3. Deska schodiště	22
5. Model konstrukce.....	24
6. Výsledky	25
6.1. Deska 1.NP dolní povrch.....	25
6.2. Deska 1.NP horní povrch.....	27
6.4. Deska 2.NP dolní povrch.....	29
6.5. Deska 2.NP horní povrch.....	31
6.6. Schodiště.....	33
7. Návrh výztuže a statické posouzení	34
7.1. Materiálové charakteristiky	34
7.2. Vzorci pro posouzení ohybové výztuže.....	36
7.3. Návrh a posouzení desky 2. NP.....	38
7.4. Návrh a posouzení desky 1. NP.....	41
7.5. Návrh a posouzení desky schodiště	44

7.6. Posouzení zděných konstrukcí.....	47
8. Závěr	48
9. Zdroje	49
10. Seznam příloh.....	51

Seznam použitého značení

A	Plocha prvku
A_s	Plocha výztuže
$A_{s,min}$	Minimální plocha výztuže
$A_{s,max}$	Maximální plocha výztuže
A_{sr}	Plocha rozdělovací výztuže
C_e	Součinitel expozice
C_t	Tepelný součinitel
F_s	Síla ve výztuži
I_v	Intenzita turbulence
K	Součinitel zohledňující různé nosné systémy
b	Šířka
c	Krytí
c_0	Součinitel ortografie
c_{dir}	Součinitel směru větru
c_{min}	Minimální krytí
$c_{pe,10}$	Součinitel vnějšího tlaku
$c_{pi,10}$	Součinitel vnitřního tlaku
c_r	Součinitel drsnosti terénu
c_{season}	Součinitel ročního období
d	Účinná výška
d_{eff}	Efektivní účinná výška
f_b	Kotevní pevnost
f_{cd}	Návrhová pevnost betonu v tlaku

f_{ck}	Charakteristická pevnost betonu v tlaku
$f_{ctk0,05}$	5% kvantil charakteristické pevnosti betonu v dostředném tahu
f_{ctm}	Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
f_{mk}	Charakteristická pevnost zdiva v tlaku
f_{md}	Návrhová pevnost zdiva v tlaku
f_{yd}	Návrhová pevnost oceli
f_{yk}	Charakteristická pevnost oceli
m_{Ed}	Návrhový moment
m_{Rd}	Moment na mezi únosnosti
n_{Ed}	Návrhové zatížení v tlaku
n_{Rd}	Únosnost v tlaku
q_p	Charakteristický maximální dynamický tlak
s	Vzdálenost prutů výztuže
s_k	Charakteristická hodnota zatížení sněhem
s_{max}	Maximální vzdálenost výztuže
s_{min}	Minimální vzdálenost výztuže
s_r	Vzdálenost rozdělovací výztuže
$s_{r,max}$	Maximální vzdálenost rozdělovací výztuže
t_{eff}	Efektivní tloušťka
$v_{b,0}$	Výchozí základní rychlost větru
v_m	Charakteristická střední rychlost větru
w_e	Vnější tlak větru na střešní plášť
w_i	Vnitřní tlak větru na střešní plášť
w_k	Výsledný tlak větru na střešní plášť

x	Výška tlačené oblasti
z	Výška objektu
z_0	Součinitel drsnosti terénu
$z_{0,II}$	Součinitel drsnosti terénu kategorie II
z_{min}	Minimální výška objektu
Δc_{dev}	Přídavek pro návrhovou odchylku
γ_c	Materiálový součinitel betonu
γ_m	Materiálový součinitel zdiva
γ_s	Materiálový součinitel oceli
μ_1	Tvarový součinitel zatížení sněhem
ν	Poissonův součinitel
ρ	Požadovaný stupeň vyztužení tahovou výztuží
ρ_0	Referenční stupeň vyztužení

1. Úvod

Cílem bakalářské práce je řešení monolitických železobetonových stropních desek a schodišťové desky, a nosných zděných konstrukcí školícího střediska a provozní budovy VAE PROSYS. Budova se nachází v Ostravě – Pustkovci, ulici Technologická. Jako předloha k řešení byl použit návrh vzhledu budovy ateliérem SAKTOR s.r.o., a jeho následné zpracování statickou kanceláří RECOC s.r.o. Na konstrukci je určeno zatížení, které působí na železobetonové stropní desky, svislé nosné stěny a schodišťovou desku. Je vytvořen jejich model v programu SCIA [1] a staticky navrhnuty a posouzeny jejich prvky. Tento návrh je doplněn o výkresy výztuže a výkresy tvaru železobetonových konstrukcí a stavební výkresy.

2. Technická zpráva

2.1. Popis budovy

Celkové půdorysné rozměry objektu, včetně nezastřešené části, jsou 31x19m. Objekt je navržen jako kancelářská budova. Nezastřešená část objektu tvoří samostatný dilatační celek.

2.2. Založení objektu

Objekt není podsklepen, založení je provedeno jako plošné na základové desce tloušťky 300 mm s náběhy v místě obvodových a vnitřních nosných stěn. Nezastřešená část objektu je založena na základových pásech oddilatovaných od základové desky hlavního objektu.

2.3. Nosná konstrukce

Hlavní nosnou konstrukcí jsou vnitřní a obvodové nosné stěny a železobetonová stropní a střešní deska. Desky jsou vyztužené ve dvou směrech, po okrajích vetknuty. Okolo otvorů v železobetonových nosných deskách jsou napojené trámy velikosti 240x490 mm. Střešní deska je tlustá 200 mm, stropní deska nad 1. NP je tlustá 240 mm. Desky jsou liniově podporovány nosným zdivem z vápenopískových tvárnic KM BETA SENDWIX 16DF-LD tloušťky 240 mm. Konstrukce je doplněna jednoramenným přímým schodištěm. Schodiště je tvořeno železobetonovou monolitickou nosnou deskou napojenou na vodorovné nosné konstrukce. Tloušťka desky schodiště je 200 mm.

2.4. Doplnkové údaje

Nenosné příčky jsou vyzděny z vápenopískových tvárnic KM BETA SENDWIX 40F-D tloušťky 125 mm. Střecha je jednoplášťová plochá s atikou. Spádovou vrstvu tvoří lehký keramický beton LIAPORBETON MLB2-550 a izolační vrstva je z extrudovaného polystyrenu a asfaltových pásů.

3. Zatížení

3.1. Zatížení stropní desky nad 1.NP

3.1.1. Stálé zatížení plošné [7]

Popis	Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Zatížení charakteristické [kN/m ²]	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové [kN/m ²]
Keramická dlažba	0,01	2200	0,22	1,35	0,297
Betonová mazanina	0,07	2100	1,47	1,35	1,9845
Zvuková izolace ORSIL	0,02	100	0,02	1,35	0,027
Celkem			1,71		2,3085

Tab. 1 Stálé zatížení plošné desky 1.NP

3.1.2. Stálé zatížení liniové [7]

Popis	Výška [m]	Plošná hmotnost [kg/m ²]	Zatížení charakteristické [kN/m]	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové [kN/m]
Příčky	2,85	184,7	5,264	1,35	7,106

Tab. 2 Stálé zatížení liniové na desce 1.NP

3.1.3. Užitné zatížení [7]

Popis	Kategorie	Zatížení charakteristické [kN/m]	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové [kN/m]
Kancelářské plochy	B	2,5	1,5	3,75
Schodiště, balkóny	A	3	1,5	4,5

Tab. 3 Užitné zatížení na desce 1.NP

3.1.4. Zatížení od schodiště [7]

Popis	Typ zatížení	Zatížení charakteristické	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové
Silová [kN/m]	Stálé	15,01	1,35	20,2635
	Proměnné	11,48	1,5	17,22
Momentová [kNm/m]	Stálé	9,49	1,35	12,8115
	Proměnné	7,26	1,5	10,89

Tab. 4 Zatížení desky 1.NP od schodiště

3.2. Zatížení střešní desky nad 2. NP

3.2.1. Stálé zatížení plošné [7]

Popis	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Zatížení charakteristické [kN/m ²]	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové [kN/m ²]
LIAPORBETON MLB2-550	0,14	550	0,77	1,35	1,0395
Polystyren extrudovaný	0,2	100	0,2	1,35	0,27
Asfaltové pásy	0,01	400	0,04	1,35	0,054
Celkem			1,01		1,3635

Tab. 5 Stálé zatížení plošné desky 2.NP

3.2.2. Užité zatížení [7]

Popis	Kategorie	Zatížení charakteristické [kN/m]	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové [kN/m]
Střecha nepřístupná	H	0,75	1,5	1,125

Tab. 6 Užité zatížení desky 2.NP

3.2.3. Zatížení sněhem [8]

II. sněhová oblast

$$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k = 0,8 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.3.1)$$

3.2.4. Zatížení větrem [9]

II. větrná oblast

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

III. kategorie terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$z = 7,5 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

$$k_r = 0,19 \times \ln \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \times \ln \left(\frac{0,05}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215 \quad (3.2.4.1)$$

$$c_r(z) = k_r \times \ln \frac{z}{z_0} = 0,215 \times \ln \frac{7,5}{0,3} = 0,693 \quad (3.2.4.2)$$

$$c_0(z) = 1,0$$

$$v_m(z) = c_t(z) \times c_0(z) \times v_b = 0,693 \times 1,0 \times 25 = 17,33 \text{ m/s} \quad (3.2.4.3)$$

$$I_v = \frac{1}{c_0(z) \times \ln \frac{z}{z_0}} = \frac{1}{1 \times \ln \frac{7,5}{0,3}} = 0,31 \quad (3.2.4.4)$$

$$q_p = (1 + 7 \times I_v) \times 0,5 \times \rho \times v_m \quad (3.2.4.5)$$

$$q_p = (1 + 7 \times 0,31) \times 0,5 \times 1,25 \times 17,33 = 596,095 \text{ N/m}^2$$

Součinitele vnějšího tlaku

$$c_{pe,10}^{F-} = -1,2$$

$$c_{pe,10}^{G-} = -0,8$$

$$c_{pe,10}^{H-} = -0,7$$

$$c_{pe,10}^{I-} = -0,2$$

$$c_{pe,10}^{J+} = 0,2$$

Součinitele vnitřního tlaku

$$c_{pi,10}^{+} = 0,2$$

$$c_{pi,10}^{-} = -0,3$$

Výsledné tlaky větru na střešní plášť

$$w_k = w_e + w_i = q_p \times (c_{pe} - c_{pi}) \quad (3.2.4.6)$$

$$w_{pe,10}^{F-} = -0,835 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{pe,10}^{G-} = -0,596 \text{ kN/m}^2$$

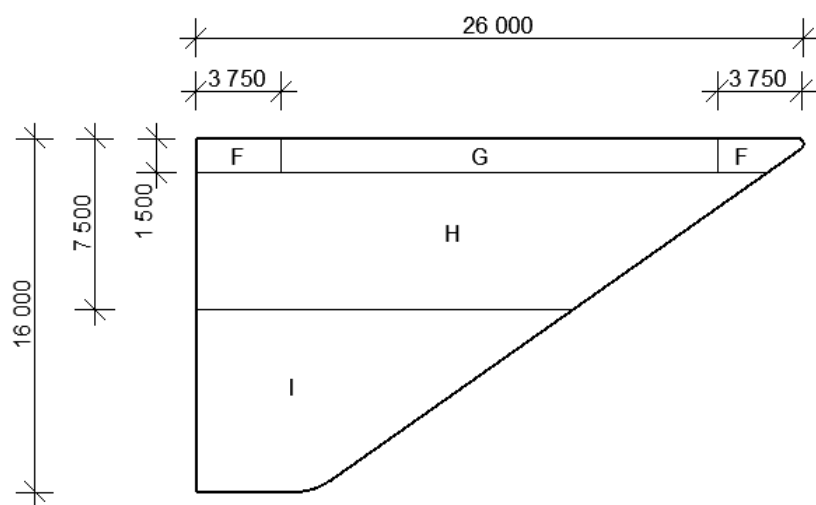
$$w_{pe,10}^{H-} = -0,536 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{pe,10}^{I-} = -0,238 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{pe,10}^{I+} = 0,298 \text{ kN/m}^2$$

Podélný vítr

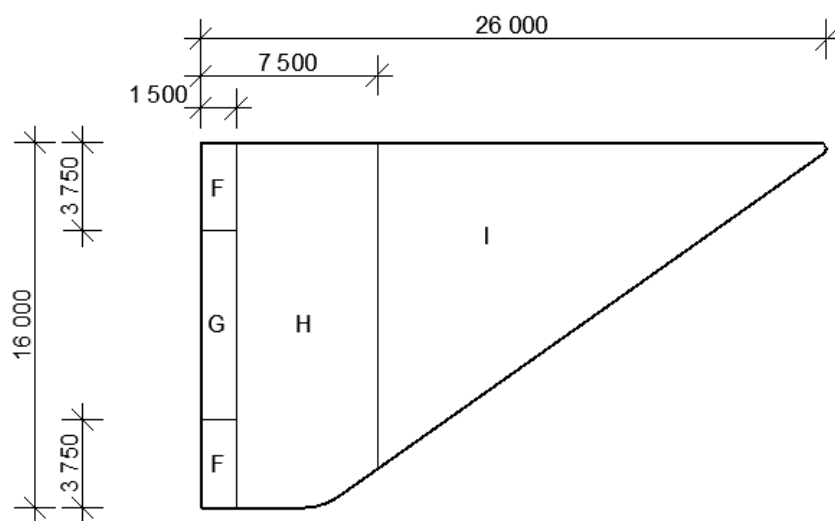
$$e = \min(b; 2h) = \min(26; 2 \times 7,5) = 15 \text{ m} \quad (3.2.4.7)$$



Obr. 1 Oblast působení podélného větru na střešní konstrukci

Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = \min(16; 2 \times 7,5) = 15 \text{ m} \quad (3.2.4.8)$$



Obr. 2 Oblast působení příčného větru na střešní konstrukci

3.3. Zatížení na schodiště

Popis	Zatížení charakteristické [kN/m ²]	Součinitel zatížení	Zatížení návrhové [kN/m ²]
Stálé zatížení	5,1	1,35	6,885
Užitné zatížení	3	1,5	4,5
Celkem			11,385

Tab. 7 Zatížení schodiště

3.4. Zatížení stěn

Posouzení stěnových konstrukcí vypracuji na dvou extrémních místech v 1. NP, meziokenním pilíři obvodové konstrukce a nejvíce zatíženou část vnitřní nosné konstrukce. Pilíř obvodové stěny je široké 500 mm, tloušťky 240 mm. Přebírá zatížení z poloviny šířky oken po bocích, celkem 2 m. Šířku zatížení na vnitřní nosnou stěnu uvažuji 1 m. Zatížení jsem přebral ze původního statického návrhu.

1. Pilíř obvodové stěny

Celkové liniové zatížení na hlavu pilíře

$$n_{Ed,1} = N_{Ed} \times b_{pilíře} \times b_{zatížení} = 54,81 \times 2 / 0,5 = 219,24 \text{ kN/m} \quad (3.4.1)$$

2. Vnitřní nosná stěna 1.NP

$$n_{Ed,2} = 54,81 \text{ kN/m}$$

4. Zatěžovací stavy

4.1. Deska 1.NP

1. Zatěžovací stav – Vlastní tíha

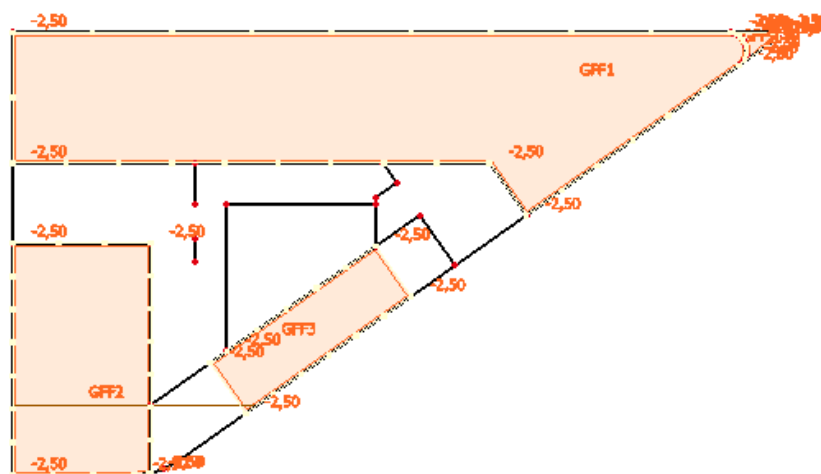
Zatížení od vlastní tíhy železobetonové desky tloušťky 240 mm vypočtené softwarem SCIA [1].

2. Zatěžovací stav – Stálé zatížení

Zatížení skladbou podlahy a příčkami na v 2. NP, svislou silová a momentová reakce na stálé zatížení od schodiště.

3. Zatěžovací stav – Užité zatížení

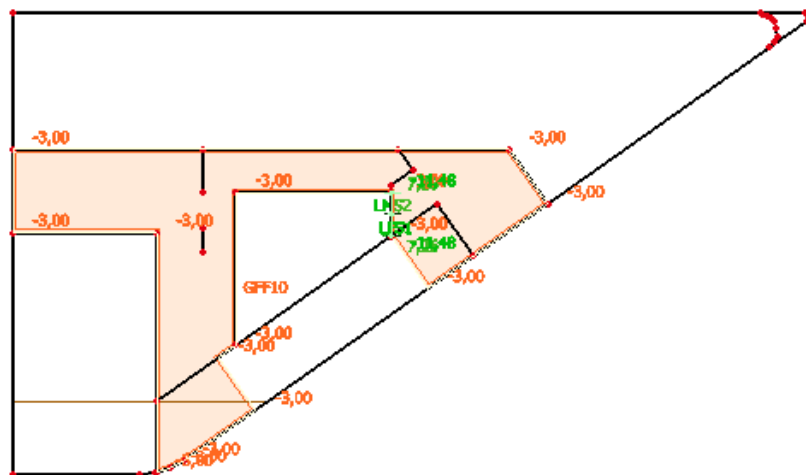
Užité zatížení kat. B, kanceláře v 2. NP.



Obr. 3 Deska 1.NP, zatěžovací stav 3

4. Zatěžovací stav – Užitné zatížení

Užitné zatížení kat. C, chodby v 2. NP, svislá silová a momentová reakce na užitné zatížení na schodiště.



Obr. 4 Deska 1.NP, zatěžovací stav 4

4.2. Deska 2.NP

1. Zatěžovací stav – Vlastní tíha

Zatížení od vlastní tíhy železobetonové desky tloušťky 200 mm vypočtené softwarem SCIA [1].

2. Zatěžovací stav – Stálé zatížení

Zatížení skladbou střechy.

3. Zatěžovací stav – Užitné zatížení

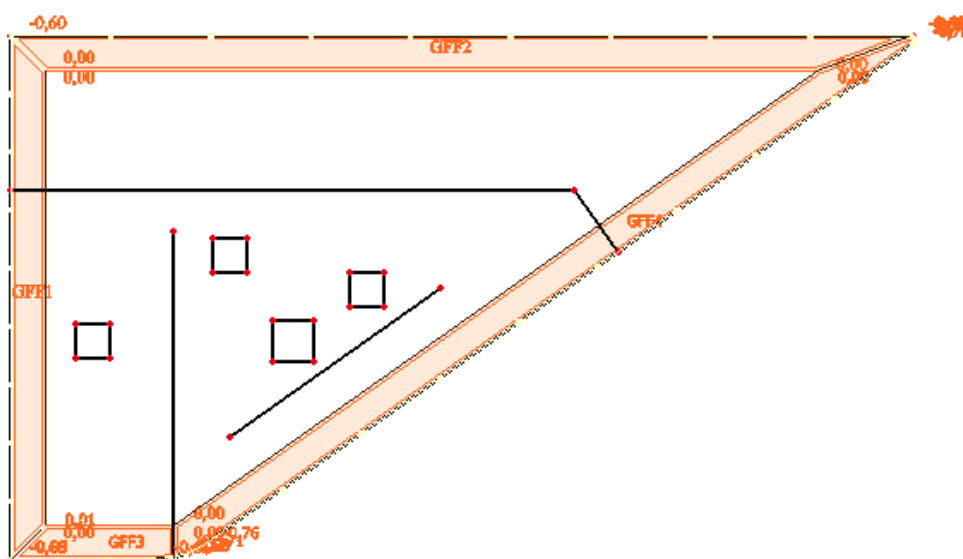
Užitné zatížení kat. H, nepřístupná střecha, rovnoměrné.

4. Zatěžovací stav – sních

Rovnoměrné zatížení od sněhu.

5. Zatěžovací stav – navátý sníh

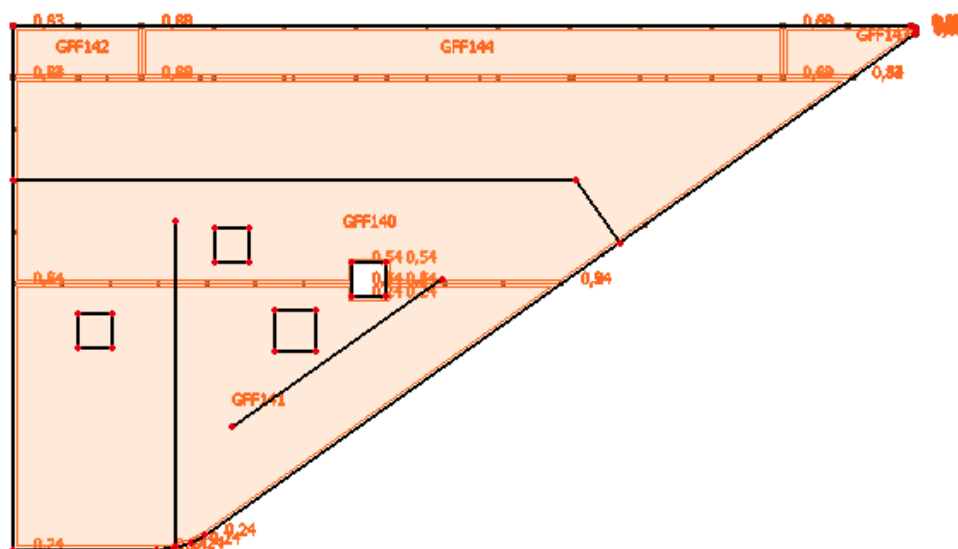
Zatížení od sněhu navátého za atikou



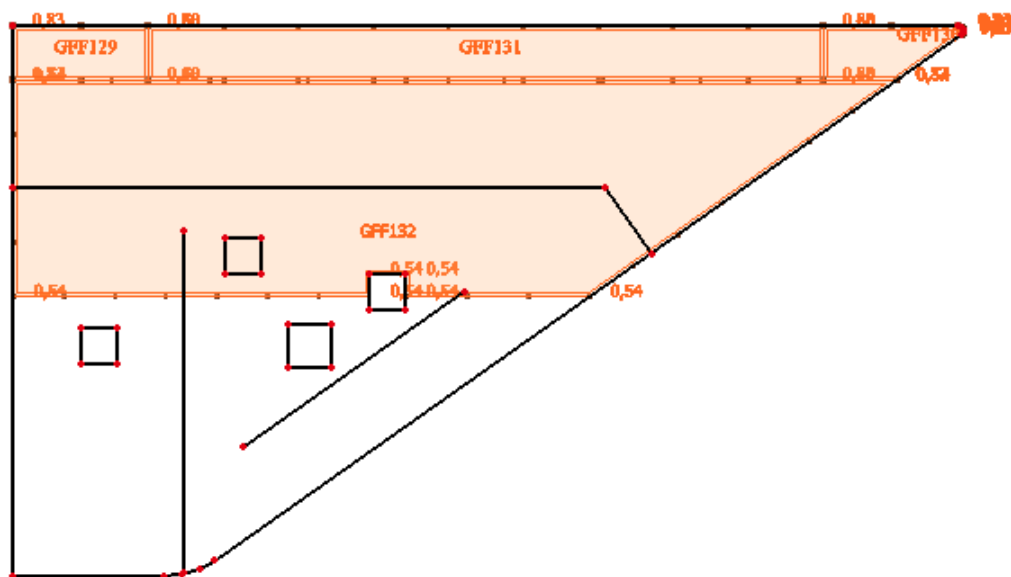
Obr. 5 Deska 2.NP, zatěžovací stav 5

6. – 13. Zatěžovací stav – vítr

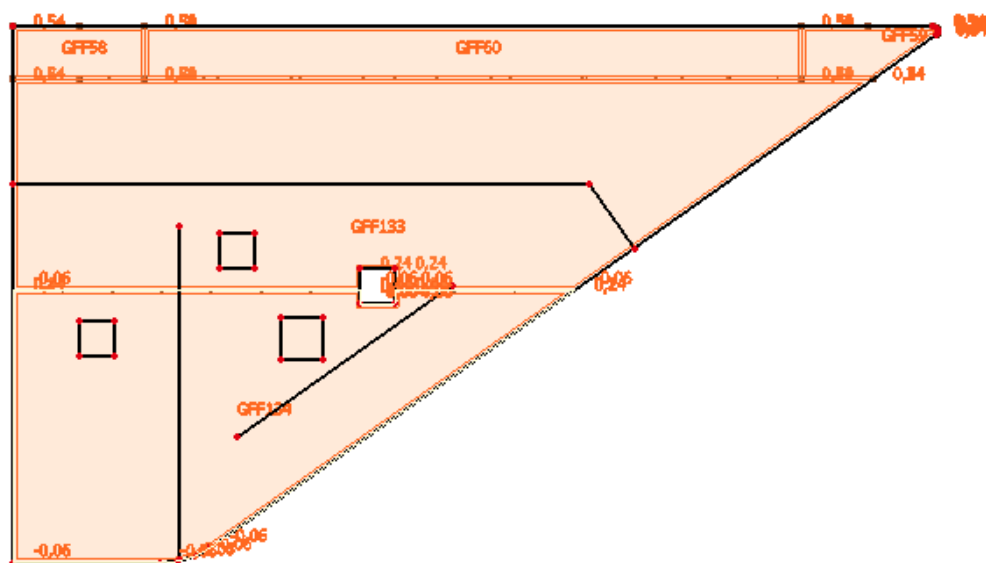
4 varianty zatížení příčným větrem a 4 podélným větrem



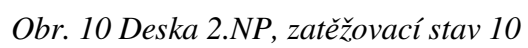
Obr. 6 Deska 2.NP, zatěžovací stav 6

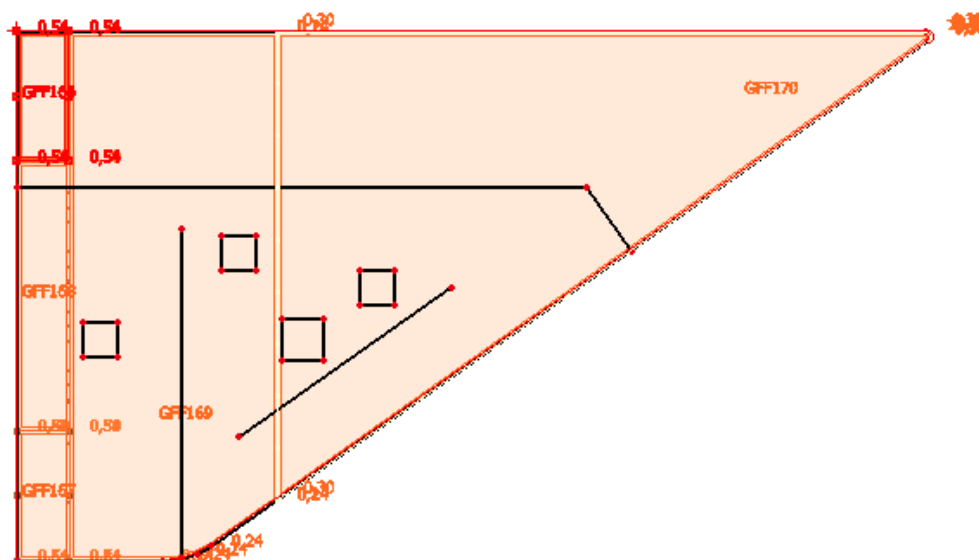


Obr. 7 Deska 2.NP, zatěžovací stav 7



Obr. 8 Deska 2.NP, zatěžovací stav 8



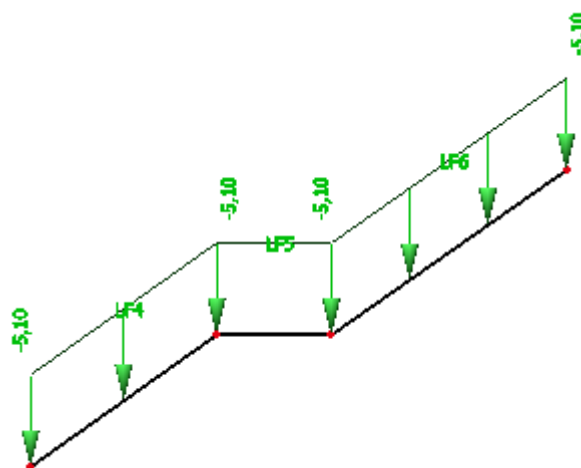


Obr. 13 Deska 2.NP, zatěžovací stav 13

4.3. Deska schodiště

1. Zatěžovací stav – stálé zatížení

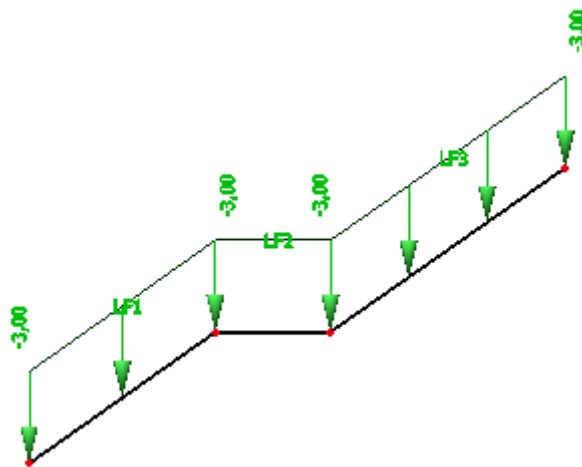
Zatížení od vlastní tíhy desky, stupňů a povrchové úpravy. Převzato z podkladů statického návrhu.



Obr. 14 Schodiště, zatěžovací stav 1 [kN/m²]

2. Zatěžovací stav – užitné zatížení

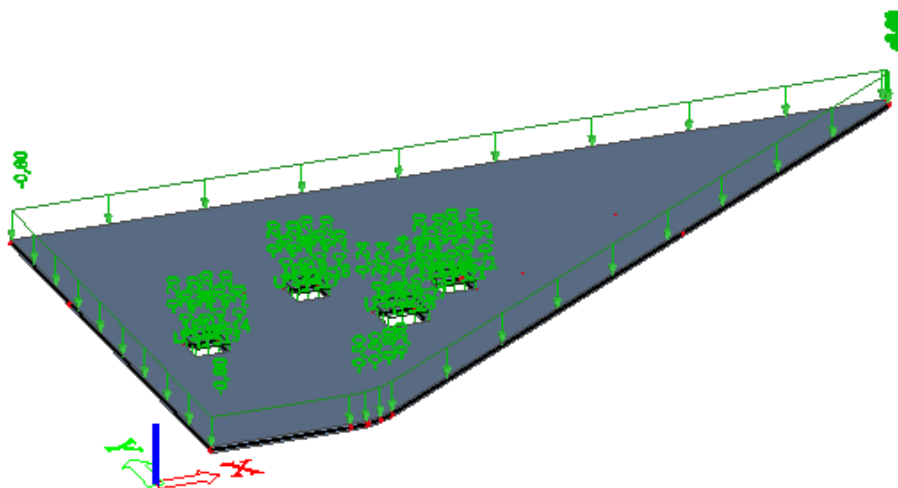
Užitné zatížení kat. C.



Obr. 15 Schodiště, zatěžovací stav 2 [kN/m²]

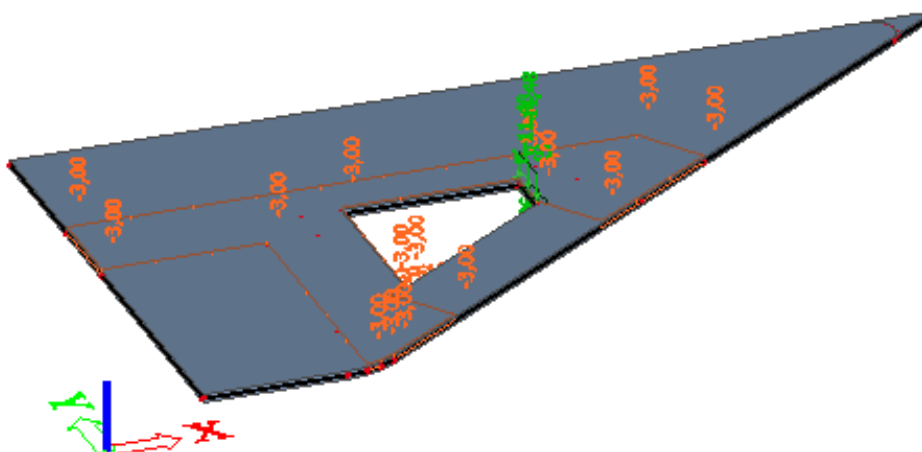
5. Model konstrukce

Model je vytvořen ve SCIA Engineer 16.1 [1], železobetonové stropní konstrukce jako desky, schodiště jako nosník. Sít' deskových konstrukcí je vytvořena dle průměrné velikosti plošného prvku 500 mm, deska 1.NP se skládá z 1101 prvků, deska 2.NP z 1033 prvků. Zatížení od nosných stěn nebylo uvažováno, jelikož je přímo převáděno do nosných stěn o podlaží níž.



Obr. 16 Model desky 2.NP

Kombinace zatěžovacích stavů jsou vygenerovány softwarem v závislosti na daných zatěžovacích skupinách. Všechny hodnoty zadaných zatížení jsou charakteristické, součinitele zatížení byly vygenerovány pro každou kombinaci dle Eurokódu. Zatěžovací skupiny byly vytvořeny pro zatížení stálé, vítr, sníh a pro užité zatížení – kategorie B, C a H.

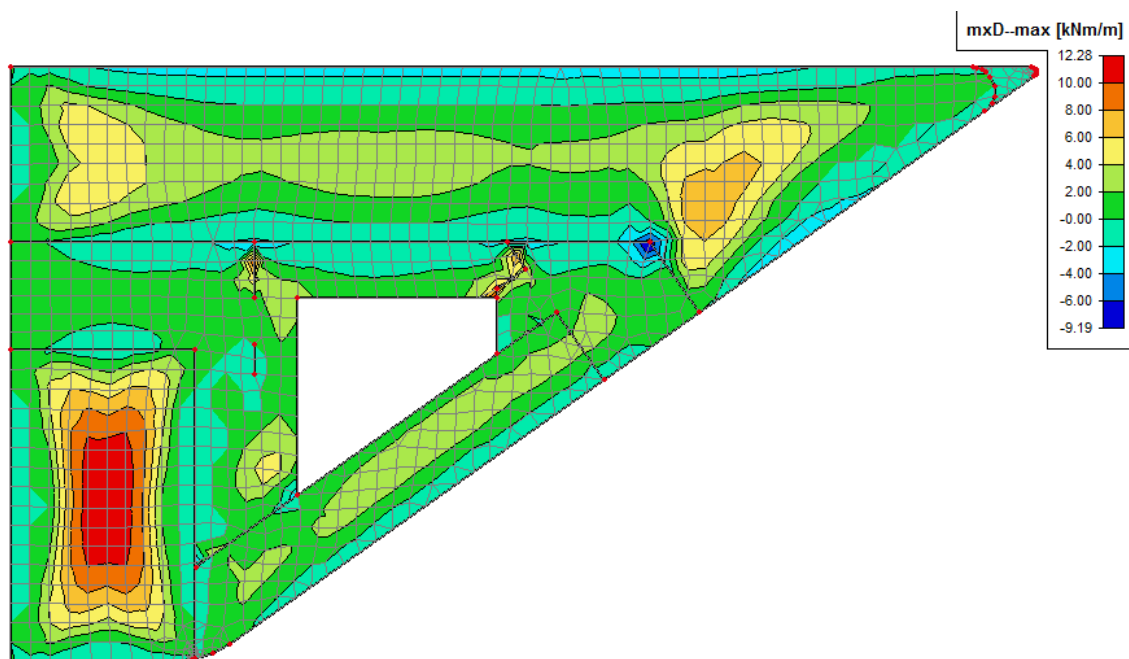


Obr. 17 Model desky 1.NP

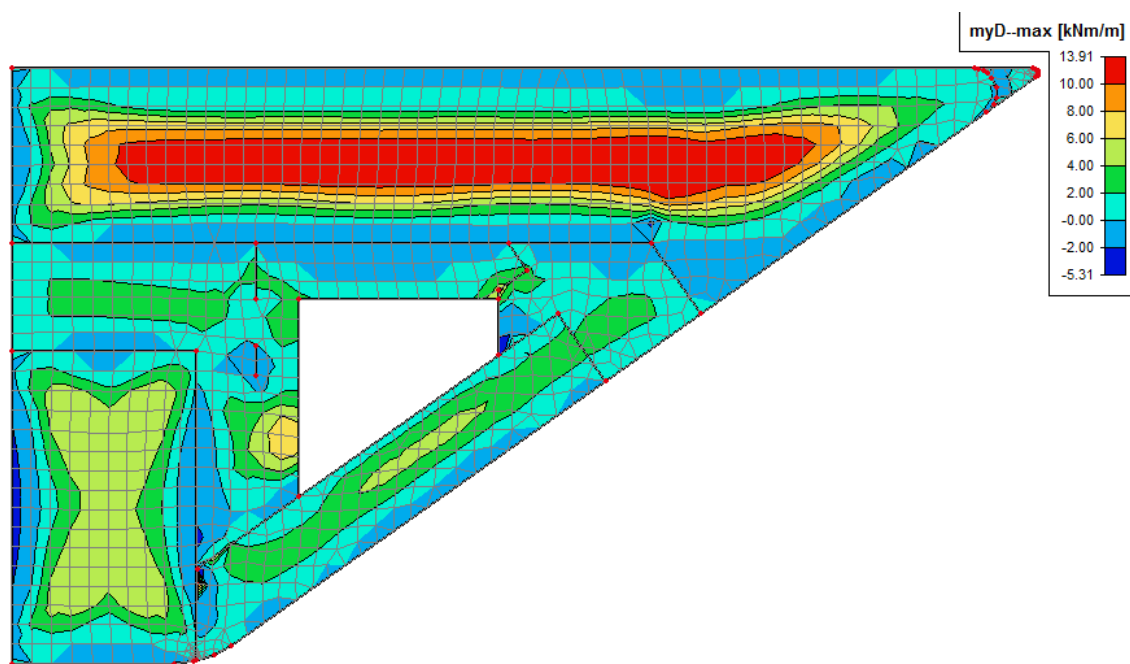
6. Výsledky

Výztuž v desce bude dimenzována na návrhové momenty, tzn. momenty, které působí na výztuž. Výsledky jsou zobrazeny na obalových izopásmech návrhových momentů.

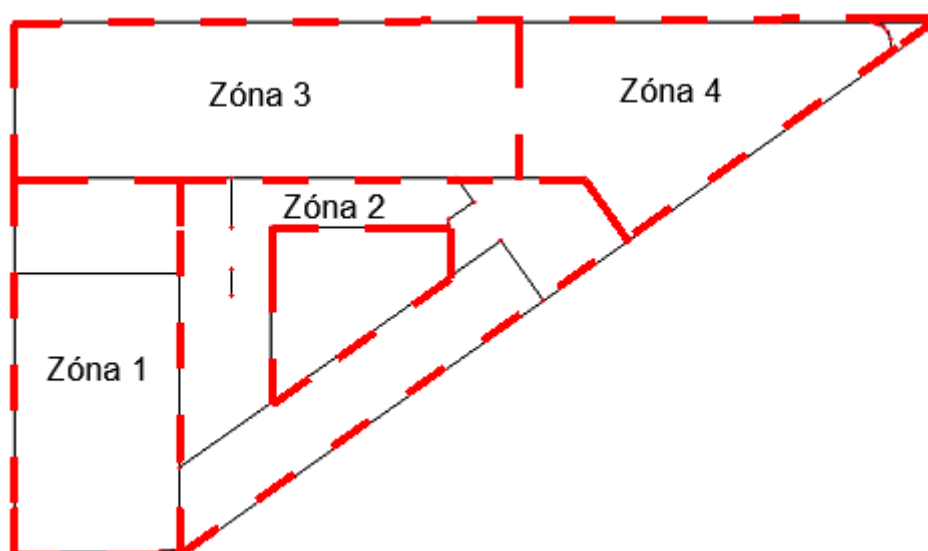
6.1. Deska 1.NP dolní povrch



Obr. 18 Návrhový moment m_x u dolního povrchu výztuže desky 1.NP



Obr. 19 Návrhový momenty m_y u dolního povrchu desky 1.NP

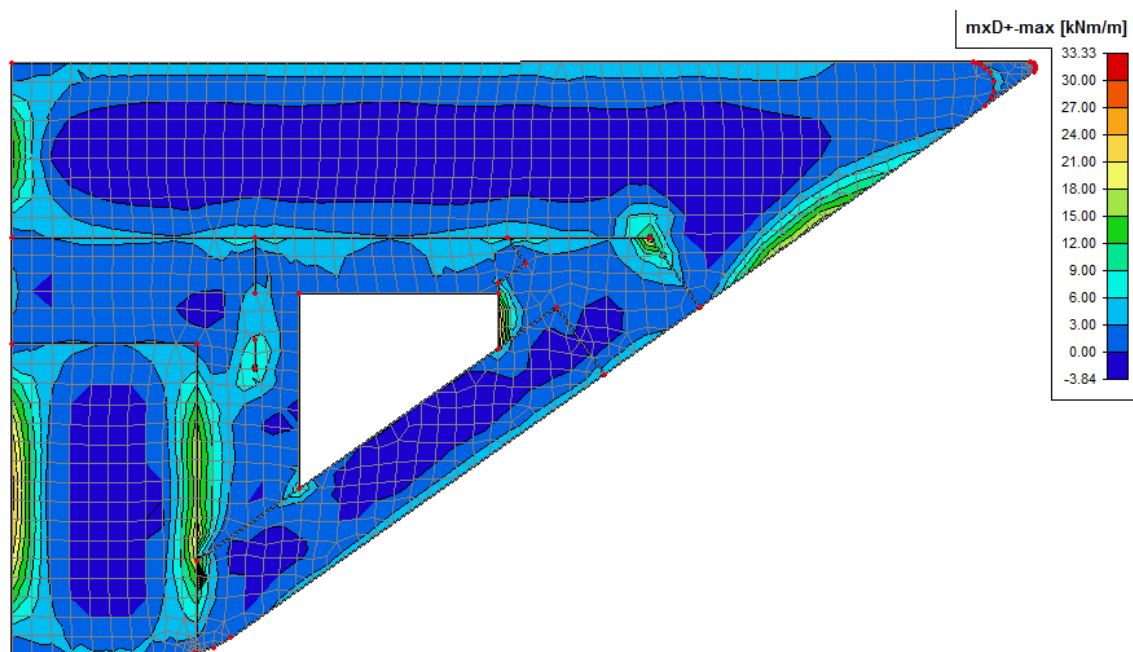


Obr. 20 Dimenzační zóny pro výztuž u dolního povrchu desky 1.NP

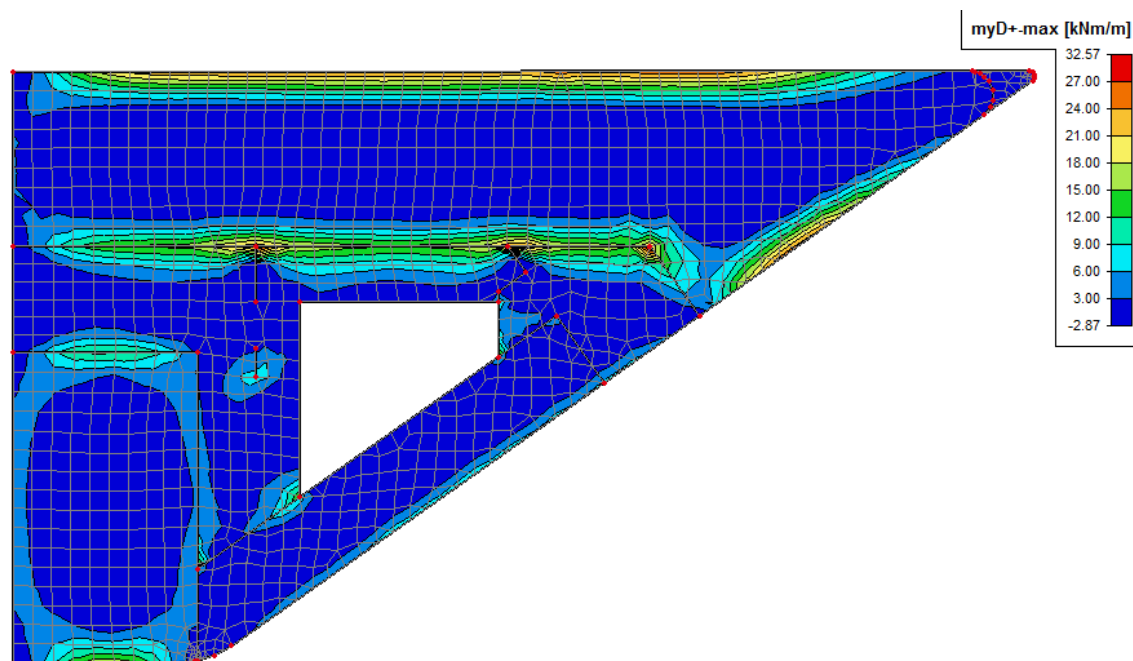
	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]
Zóna 1	12,28	5,97
Zóna 2	12,15	13,48
Zóna 3	5,29	12,7
Zóna 4	7,52	13,91

Tab. 8 Maximální návrhové momenty v hledaných zónách výztuže u dolního povrchu desky 1.NP

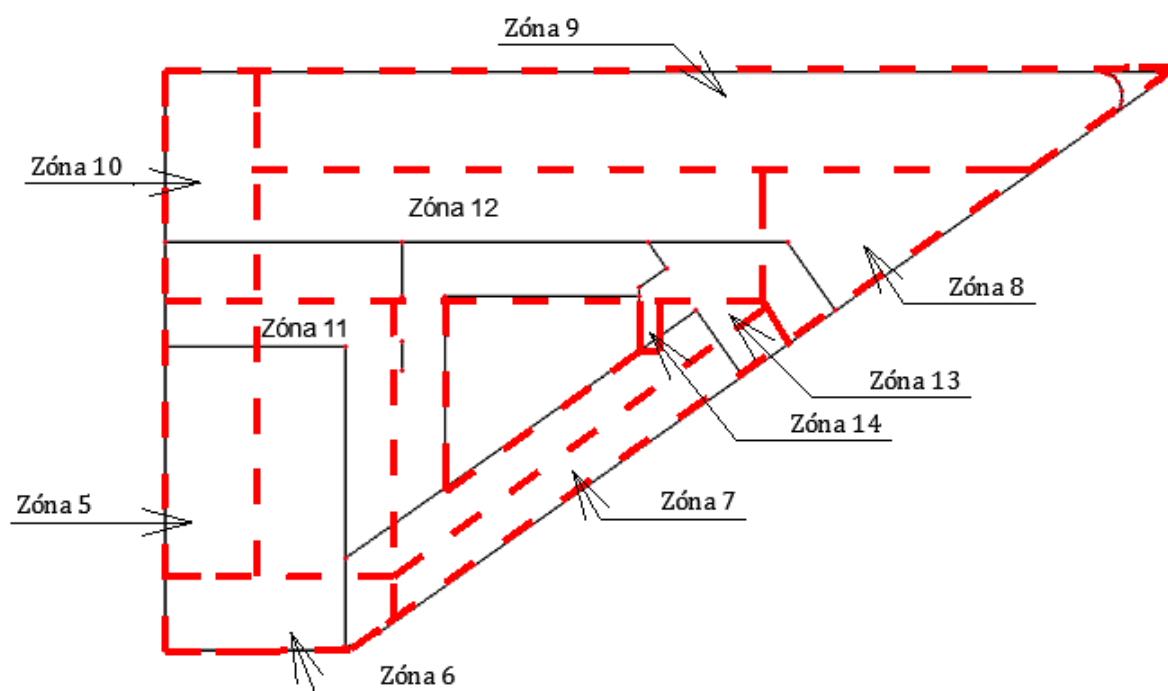
6.2. Deska 1.NP horní povrch



Obr. 21 Návrhový moment m_x u horního povrchu výztuže desky 1.NP



Obr. 22 Návrhový moment m_y u horního povrchu výztuže desky 1.NP

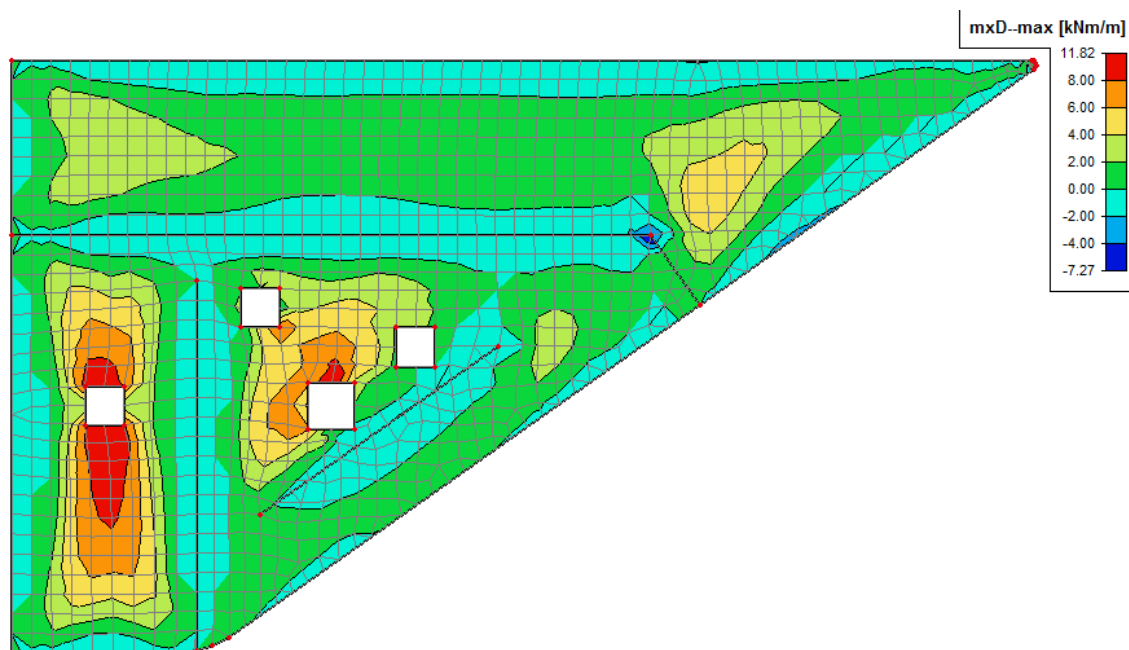


Obr. 23 Dimenzační zóny pro výztuž u horního povrchu desky 1.NP

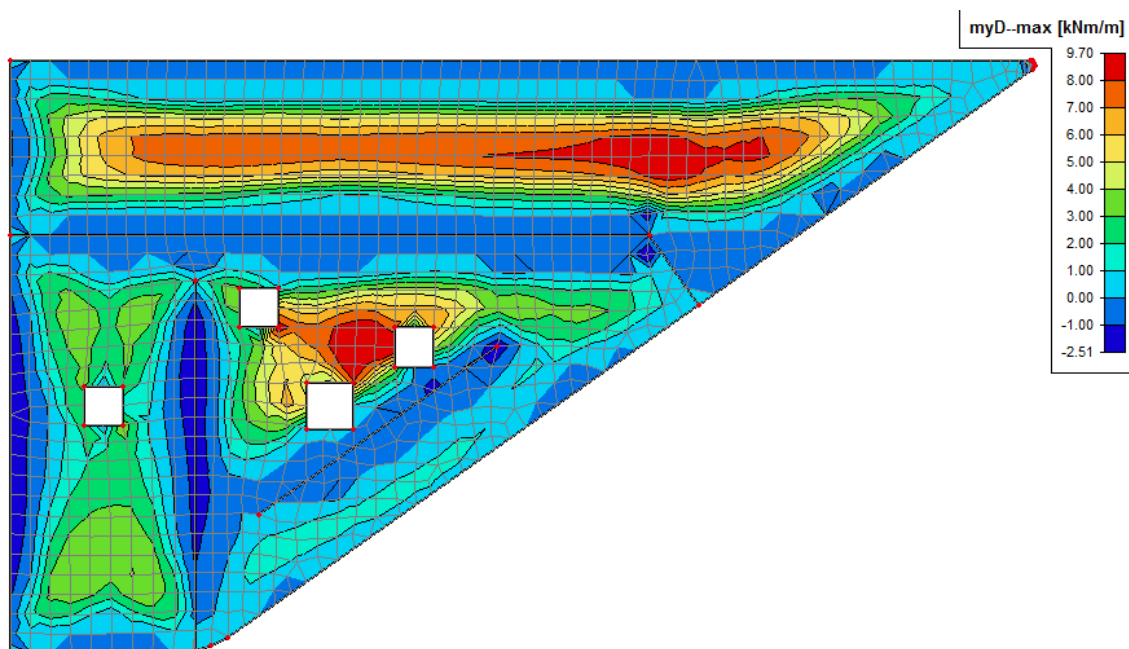
	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]
Zóna 5	25,25	5,03
Zóna 6	3,57	17,74
Zóna 7	6,25	8,04
Zóna 8	21,49	32,57
Zóna 9	5,23	26,12
Zóna 10	16,4	3,3
Zóna 11	33,33	15,62
Zóna 12	11,16	32,46
Zóna 13	9,53	14,68
Zóna 14	26,52	17,47

Tab. 9 Maximální návrhové momenty v hledaných zónách výztuže u horního povrchu desky 1.NP

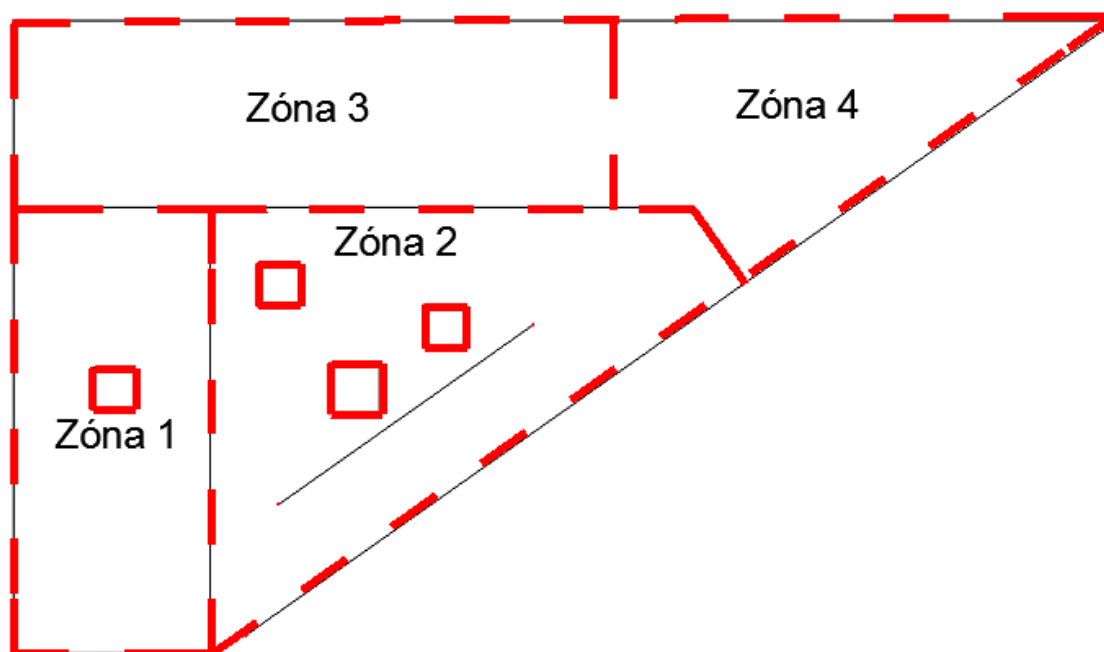
6.4. Deska 2.NP dolní povrch



Obr. 24 Návrhový moment m_x u dolního povrchu výztuže desky 2.NP



Obr. 25 Návrhový moment m_y u dolního povrchu výztuže desky 2.NP

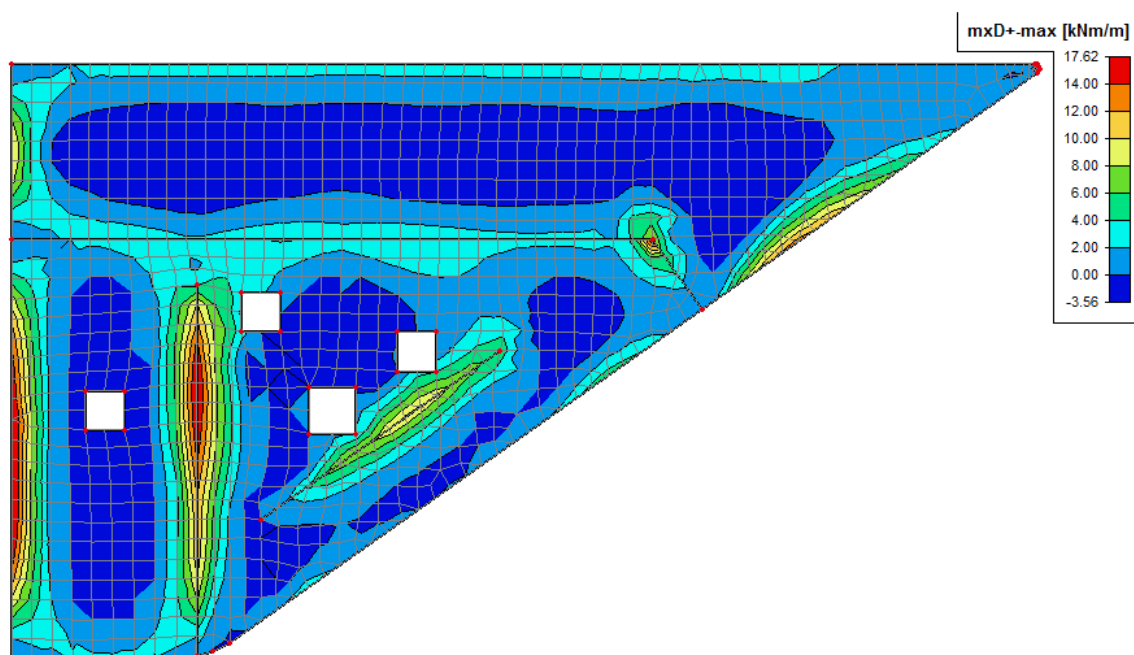


Obr. 26 Dimenzační zóny pro výztuž u dolního povrchu desky 2.NP

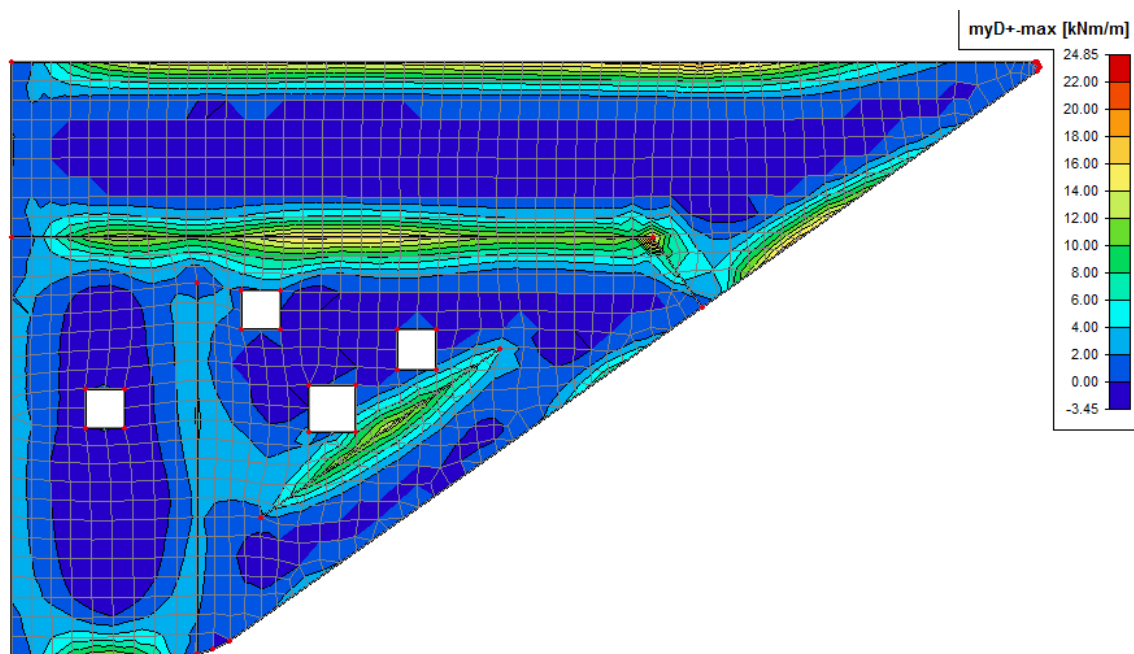
	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]
Zóna 1	11,82	4,04
Zóna 2	10,53	9,7
Zóna 3	3,37	7,91
Zóna 4	5,13	9,47

Tab. 10 Maximální návrhové momenty v hledaných zónách výztuže u dolního povrchu desky 2.NP

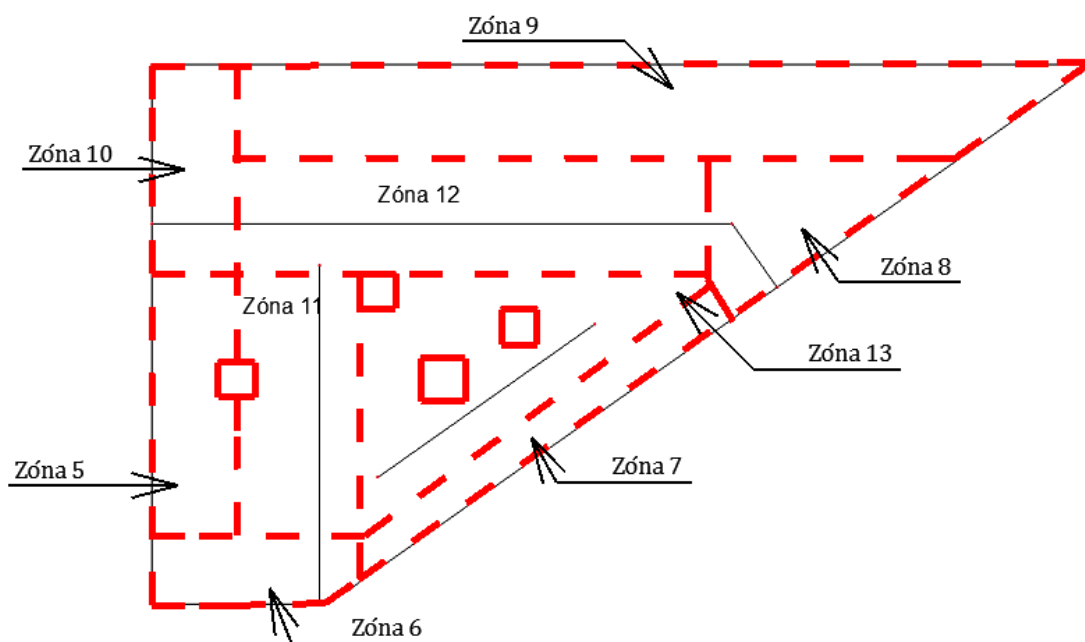
6.5. Deska 2.NP horní povrch



Obr. 27 Návrhový moment m_x u horního povrchu výztuže desky 2.NP



Obr. 28 Návrhový moment m_y horního povrchu výztuže desky 2.NP

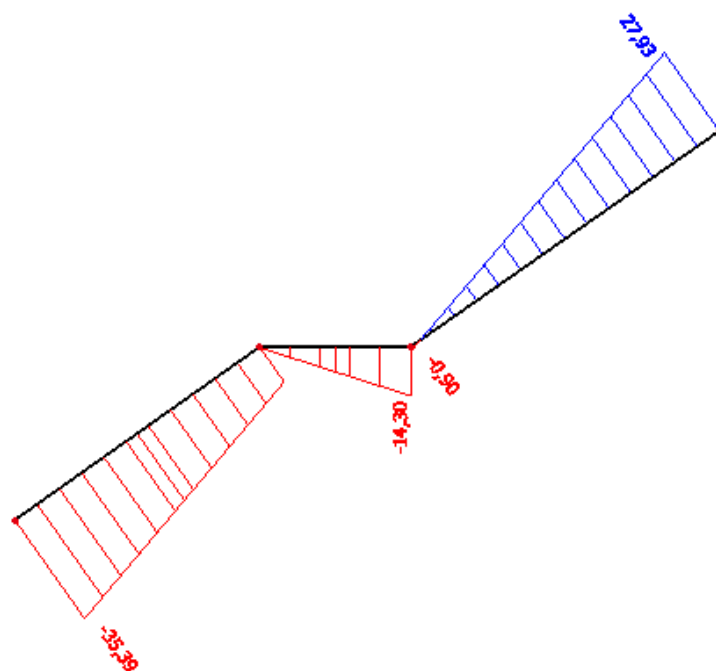


Obr. 29 Dimenzační zóny pro výztuž u horního povrchu desky 2.NP

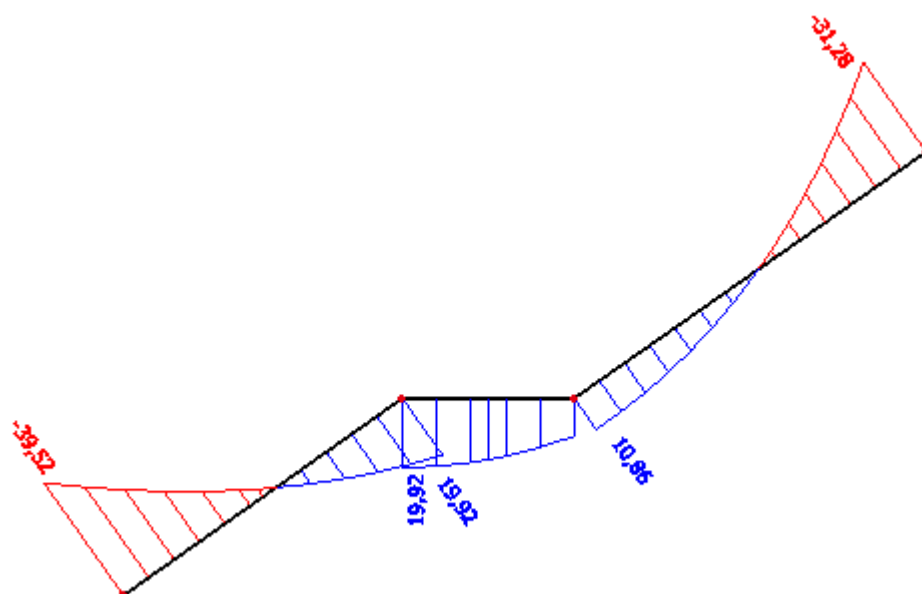
	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]
Zóna 5	17,62	3,59
Zóna 6	2,5	12,33
Zóna 7	5,2	7,41
Zóna 8	16,52	24,85
Zóna 9	3,82	19,87
Zóna 10	10,28	2,1
Zóna 11	16,49	4,22
Zóna 12	4,14	16,64
Zóna 13	10,48	13,71

Tab. 11 Maximální návrhové momenty v hledaných zónách výztuže u horního povrchu desky 2.NP

6.6. Schodiště



Obr. 30 Posouvající síly na schodišťové desce [kN/m]



Obr. 31 Momenty na schodišťové desce [kNm/m]

7. Návrh výztuže a statické posouzení

Železobetonové desky jsou posouzeny na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti, zkontrolovány jsou také konstrukční zásady. Nachází se uvnitř budovy s nízkou vlhkostí vzduchu, je tedy uvažován stupeň vlivu prostředí XC2. Návrhová životnost prvků se předpokládá 50 let, jedné se tedy o třídu životnosti S4. Statický výpočet železobetonových desek je proveden dle Eurokódu 2 (ČSN EN 1992-1-1) [6], zděné konstrukce dle Eurokódu 6 (ČSN EN 1996-3) [11]. Stěny jsou navrženy na svislé zatížení. Jako materiál je použit beton C25/30, ocel třídy B500B, zdivo vápenopískové tvárnice KM BETA SENDWIX 16DF-LD tloušťky 240 mm. Po vnějším okraji desek je navržena lemovací výztuž pro ztužení desky a lepší přenesení reakcí do podpor. Lemovací výztuž je navržena i do otvorů v desce. Návrh lemovací výztuže je převzat od původního návrhu konstrukce statickou kanceláří. Při posouzení desek na mezní stav použitelnosti posuzují omezení průhybu. Průhyby však neurčují výpočtem, posuzují poměr rozpětí k účinné výšce dle EC2, které zajistí, že nadměrné průhyby u konstrukcí nevzniknou.

7.1. Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk0,05} = 1,8 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_c = 1,0$$

$$\lambda = 0,8$$

$$d_g = 16 \text{ mm}$$

$$\nu = 0,2$$

$$f_{cd} = \alpha_c \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \times \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa} \quad (7.1.1)$$

$$f_{ctd} = \alpha_c \times \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1,0 \times \frac{1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa} \quad (7.1.2)$$

Třída konstrukce S4

Prostředí XC1

Krytí výztuže:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}, 10) = \max(14; 15; 10) = 15 \text{ mm} \quad (7.1.3)$$

$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 = 10 \text{ mm} \quad (7.1.4)$$

$$c = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm} \quad (7.1.5)$$

Ocel B500b

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = \frac{f_k}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa} \quad (7.1.6)$$

Kotevní délka výztuže

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0$$

$$f_{bd} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd} = 2,25 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 = 2,7 \text{ MPa} \quad (7.1.7)$$

$$l_{bd,req} = \frac{\emptyset}{4} \times \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{8}{4} \times \frac{434,78}{2,7} = 322,06 \text{ mm} \quad (7.1.8)$$

$$l_{bd,min} = \max(0,3 \times l_{bd,req}; 10 \times \emptyset; 100) = \max(0,3 \times 322,06; 10 \times 8; 100) \quad (7.1.9)$$
$$l_{bd,min} = 100 \text{ mm}$$

Návrh: $l_{bd} = 325 \text{ mm}$

7.2. Vzorce pro posouzení ohybové výztuže [6]

$$d = h - \left(c + \frac{\emptyset}{2} \right) \quad (7.2.1)$$

$$A_s = \frac{b}{s} \times \frac{\pi \times \emptyset^2}{4} \quad (7.2.2)$$

$$F_s = A_s \times f_{yd} \quad (7.2.3)$$

$$x = \frac{F_s}{\lambda \times b \times f_{cd}} \quad (7.2.4)$$

$$m_{Rd} = F_s \times \left(d - \lambda \times \frac{x}{2} \right) \quad (7.2.5)$$

$$d_{eff} = \frac{d_x}{d_y} \quad (7.2.6)$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d_{eff}} \quad (7.2.7)$$

$$\rho_0 = 0,001 \times \sqrt{f_{ck}} \quad (7.2.8)$$

$$\frac{l}{d_{mezni}} = K \times \left(11 + 1,5 \times \sqrt{f_{ck}} \times \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \times \sqrt{f_{ck}} \times \frac{\rho_0^{1,5}}{\rho} \right) \quad (7.2.9)$$

$$A_{s,min} = \min\left(0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d; 0,0013 \times b \times d\right) \quad (7.2.10)$$

$$A_{s,max} = 0,04 \times b \times h \quad (7.2.11)$$

$$s_{max} = \min(2 \times h; 300) \quad (7.2.12)$$

$$s_{min} = \max(1,2 \times \emptyset; d_g + 5; 20) \quad (7.2.13)$$

7.3. Návrh a posouzení desky 2. NP

Deska 2. NP je křížem vyztužená na ohyb. Výztuž bude posuzována v jednotlivých zónách, rozdělených dle Obr. 24 a Obr. 26. Extrémní moment v dané zóně bude referenční pro zónu celou. Pro posouzení návrhu dle mezního stavu únosnosti jsou použity vzorce (7.2.1 - (7.2.5.

	směr	m_{Ed} [kNm/m]	\emptyset [mm]	s [mm]	d [mm]	A_s [mm ²]	F_s [kN]	x [mm]	m_{Rd} [kNm/m]	Posouzení
Zóna 1	x	12,58	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
	y	5,97	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
Zóna 2	x	12,15	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	13,48	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
Zóna 3	x	5,29	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	12,7	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
Zóna 4	x	7,52	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	13,91	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
Zóna 5	x	25,25	8	160	211	314,16	136,59	10,24	28,26	Vyhoví
	y	5,03	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
Zóna 6	x	3,57	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	17,74	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
Zóna 7	x	6,25	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	8,04	8	160	211	314,16	136,59	10,24	28,26	Vyhoví
Zóna 8	x	21,49	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	32,57	8	120	211	418,88	182,12	13,66	37,43	Vyhoví
Zóna 9	x	5,23	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	26,12	8	160	211	314,16	136,59	10,24	28,26	Vyhoví
Zóna 10	x	16,4	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
	y	3,3	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
Zóna 11	x	33,33	8	120	211	418,88	182,12	13,66	37,43	Vyhoví
	y	15,62	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
Zóna 12	x	11,16	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	32,46	8	120	211	418,88	182,12	13,66	37,43	Vyhoví
Zóna 13	x	9,53	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví
	y	14,68	8	180	211	279,25	121,41	9,11	25,18	Vyhoví
Zóna 14	x	26,52	8	160	211	314,16	136,59	10,24	28,26	Vyhoví
	y	17,47	8	180	203	279,25	121,41	9,11	24,20	Vyhoví

Tab. 12 Posouzení desky 2.NP na mezní stav únosnosti

Při posouzení dle mezního stavu použitelnosti na omezení poměru rozpětí k účinné výšce je na konstrukci požadovaný stupeň vyztužení ρ větší než referenční stupeň vyztužení, můžu tedy pro výpočet mezního poměru rozpětí ku účinné výšce použít vzorec (7.2.6 - (7.2.9.

	d_{eff} [mm]	ρ	ρ_0	K	$l/d_{mezní}$	l	l/d	Posouzení
Zóna 1	207	0,001349	0,005	1,5	165,047	10750	51,932	Vyhoví
Zóna 2	207	0,001349	0,005	1,5	165,047	13000	62,802	Vyhoví
Zóna 3	207	0,001349	0,005	1,5	165,047	16400	79,227	Vyhoví
Zóna 4	207	0,001349	0,005	1,5	165,047	10800	52,174	Vyhoví

Tab. 13 Posouzení desky 2. NP na mezní stav použitelnosti

Konstrukční zásady:

Posouzení konstrukčních zásad dle vzorců dle (7.2.10)-(7.2.13)

	Směr	$A_{s,min}$ [mm ²]	$A_{s,max}$ [mm ²]	A_s [mm ²]	s_{min} [mm]	s_{max} [mm]	s [mm]	Posouzení
Zóna 1	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 2	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 3	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 4	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 5	x	263,9	9600	314,16	21	300	160	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 6	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 7	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	314,16	21	300	160	Vyhoví
Zóna 8	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	418,88	21	300	120	Vyhoví
Zóna 9	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	314,16	21	300	160	Vyhoví
Zóna 10	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 11	x	263,9	9600	418,88	21	300	120	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 12	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	418,88	21	300	120	Vyhoví
Zóna 13	x	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví
Zóna 14	x	263,9	9600	314,16	21	300	160	Vyhoví
	y	263,9	9600	279,25	21	300	180	Vyhoví

Tab. 14 Posouzení konstrukčních zásad na desce 2. NP

7.4. Návrh a posouzení desky 1. NP

Výztuž je posuzována v jednotlivých zónách, rozdělených dle Obr. 20 a Obr. 23. Extrémní moment v dané zóně bude referenční pro zónu celou. Pro posouzení návrhu dle mezního stavu únosnosti jsou použity vzorce (7.2.1 - (7.2.5

	směr	m_{Ed} [kNm/m]	ϕ [mm]	s [mm]	d [mm]	A_s [mm ²]	F_s [kN]	x [mm]	m_{Rd} [kNm/m]	Posouzení
Zóna 1	x	11,82	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
	y	4,04	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
Zóna 2	x	10,53	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
	y	9,7	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
Zóna 3	x	3,37	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	7,91	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
Zóna 4	x	5,13	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	9,47	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
Zóna 5	x	17,62	8	200	171	251,33	109,27	8,20	18,33	Vyhoví
	y	3,59	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
Zóna 6	x	2,5	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	12,33	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
Zóna 7	x	5,2	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	7,41	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
Zóna 8	x	16,52	8	200	163	251,33	109,27	8,20	17,45	Vyhoví
	y	24,85	8	140	171	359,04	156,10	11,71	25,96	Vyhoví
Zóna 9	x	3,82	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	19,87	8	160	171	314,16	136,59	10,24	22,80	Vyhoví
Zóna 10	x	10,28	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví
	y	2,1	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
Zóna 11	x	16,49	8	200	171	251,33	109,27	8,20	18,33	Vyhoví
	y	4,22	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
Zóna 12	x	4,14	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	16,64	8	200	171	251,33	109,27	8,20	18,33	Vyhoví
Zóna 13	x	10,48	8	220	163	228,48	99,34	7,45	15,90	Vyhoví
	y	13,71	8	220	171	228,48	99,34	7,45	16,69	Vyhoví

Tab. 15 Posouzení desky 1. NP na mezní stav únosnosti

Posouzení na mezní stav použitelnost dle (7.2.6 - (7.2.9

	d_{eff} [mm]	ρ	ρ_0	K	$l/d_{mezní}$	l	l/d	Posouzení
Zóna 1	167	0,001368	0,005	1,5	161,417	10750	64,371	Vyhoví
Zóna 2	167	0,001368	0,005	1,5	161,417	13000	77,844	Vyhoví
Zóna 3	167	0,001368	0,005	1,5	161,417	16400	98,204	Vyhoví
Zóna 4	167	0,001368	0,005	1,5	161,417	10800	64,671	Vyhoví

Tab. 16 Posouzení desky 1. NP na mezní stav použitelnosti

Konstrukční zásady dle (7.2.10 - (7.2.13

	Směr	$A_{s,min}$ [mm ²]	$A_{s,max}$ [mm ²]	A_s [mm ²]	s_{min} [mm]	s_{max} [mm]	s [mm]	Posouzení
Zóna 1	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 2	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 3	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 4	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 5	x	211,9	8000	251,33	21	300	200	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 6	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 7	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 8	x	211,9	8000	251,33	21	300	200	Vyhoví
	y	211,9	8000	359,04	21	300	140	Vyhoví
Zóna 9	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	314,16	21	300	160	Vyhoví
Zóna 10	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 11	x	211,9	8000	251,33	21	300	200	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
Zóna 12	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	251,33	21	300	200	Vyhoví
Zóna 13	x	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví
	y	211,9	8000	228,48	21	300	220	Vyhoví

Tab. 17 Posouzení konstrukčních zásad na desce 2. NP

7.5. Návrh a posouzení desky schodiště

Výztuž desky schodiště je dimenzována na maximální kladný moment – v poli, a maximální záporný moment – nad podporou. Výpočet dle vzorců (7.2.1 - (7.2.13).

$$m_{Ed}^+ = 19,92 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed}^- = 39,52 \text{ kNm/m}$$

Návrh hlavní výztuže u v poli

$$\emptyset 8/180 \text{ mm}$$

Posouzení na mezní stav únosnosti

$$d = 171 \text{ mm}$$

$$A_s = 279,25 \text{ mm}^2$$

$$F_s = 121,41 \text{ kN}$$

$$x = 9,11 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = 20,32 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Rd} \geq m_{Ed}$$

$$28,26 \text{ kNm/m} > 19,92 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Návrh hlavní výztuže nad podporou

Ø8/100 mm

Posouzení na mezní stav únosnosti

$d = 171 \text{ mm}$

$A_s = 502,65 \text{ mm}^2$

$F_s = 218,55 \text{ kN}$

$x = 16,39 \text{ mm}$

$m_{Rd} = 35,94 \text{ kNm/m}$

$$m_{Rd} \geq m_{Ed}$$

$35,94 \text{ kNm/m} > 31,28 \text{ kNm/m}$

Vyhovuje

Návrh rozdělovací výztuže

$$A_{sr,req} = 0,2 \times A_s = 0,2 \times 502,65 = 100,53 \text{ mm}^2 \quad (7.5.1)$$

Návrh Ø8/400 ($A_{sr} = 125,6 \text{ mm}^2$)

Posouzení konstrukčních zásad

$s_{max} = 300 \text{ mm}$

$s_{min} = 21 \text{ mm}$

$$s_{max} \geq s \geq s_{min}$$

$300 \text{ mm} > 180 \text{ mm} > 100 \text{ mm} > 21 \text{ mm}$

Vyhovuje

$$A_{s,min} = 274,3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 9600 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$$

$$274,3 \text{ mm}^2 < 279,25 \text{ mm}^2 < 502,65 \text{ mm}^2 < 9600 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$s_{r,max} = 400 \text{ mm}$$

$$s_r \leq s_{r,max}$$

$$400 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm}$$

Vyhovuje

7.6. Posouzení zděných konstrukcí

Posouzení únosnosti jednovrstvé stěny v tlaku kolmo k ložné spáře. Zjednodušený výpočet dle EC6 [10, 11]

$$f_{mk} = 8,29 \text{ MPa}$$

$$f_{md} = \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = \frac{8,29}{2,0} = 4,15 \text{ MPa} \quad (7.6.1)$$

$$h_{eff} = \rho_2 \times h = 0,75 \times 2,8 = 2,1 \text{ m} \quad (7.6.2)$$

$$t_{eff} = t = 240 \text{ mm} \quad (7.6.3)$$

$$\frac{h_{eff}}{t_{eff}} = \frac{2,1}{0,24} = 8,75 \quad (7.6.4)$$

c_A pro štíhlost menší 18 je rovno 0,5

$$n_{Rd} = c_A \times f_{md} \times A = 0,5 \times 4150 \times 0,5 \times 0,24 = 249 \text{ kN/m} \quad (7.6.5)$$

Posouzení

$$n_{Ed,1} \leq n_{Rd}$$

$$219,24 \text{ kN/m} < 249 \text{ kN/m}$$

Vyhoví

8. Závěr

Na projektu budovy školicího střediska byl proveden statický posudek železobetonových stropních desek a schodiště a nosných zdí. Byly spočteny všechny části zatížení a rozděleny do jednotlivých zatěžovacích stavů. V druhé části byla provedena analýza konstrukce na bázi metody konečných prvků. Stropní desky byly modelovány jako 2D desky, schodiště jako lomený nosník. Výztuž obou křížem vyztužených stropních desek byla dimenzována na návrhové momenty železobetonové desky z MKP výpočtu, výztuž schodišťové desky na maximální a minimální momenty na modelu. Stropní desky byly posouzeny jak na mezní stav únosnosti, tak i na mezní stav použitelnosti, a to na omezení poměru rozpětí a účinné výšky desky, podrobný výpočet průhybu tudíž nebylo třeba počítat. Schodiště a stěny byly posuzovány na mezní stav únosnosti. U železobetonových konstrukcí byla provedena i kontrola konstrukčních zásad. Veškeré návrhy výztuže a tvaru konstrukce jsou zobrazeny ve výkresové dokumentaci.

9. Zdroje

Seznam použitých softwarů

- [1] NEMETCHEK GROUP. SCIA Engineer 16.1.62 [software]. [přístup 26. listopadu 2016].
Dostupné z: <https://www.scia.net/en/>.
- [2] AUTODESK. AutoCAD 2015. [software]. [přístup 21. listopadu 2016]. Dostupné z
<http://www.autodesk.cz/products/autocad/overview>
- [3] GRAPHISOFT. ArchiCAD 17. [software]. [přístup 7. dubna 2015]. Dostupné z
<http://www.graphisoft.com/archicad/>
- [4] MICROSOFT. Microsoft Office Excel 2016. [software]. [přístup 14. května 2015] Dostupné
z <https://products.office.com/cs-cz/excel>
- [5] MICROSOFT. Microsoft Office Word 2016. [software]. [přístup 14. května 2015] Dostupné
z <https://products.office.com/cs-cz/word>

Seznam použité literatury

- [6] ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha 2006.
- [7] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha 2004.
- [8] ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha, 2005.
- [9] ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha, 2007.
- [10] ČSN EN 1996-1-1. Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Zděné konstrukce - Obecná pravidla. Praha, 2017

[11] ČSN EN 1996-3. Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 3: Zjednodušený návrh. Praha, 2017

[12] Statický výpočet a výkresy výztuže a tvaru. Firma RECOC, s.r.o.

10.Seznam příloh

Příloha 1: Výkres výztuže desky 1. NP – dolní povrch

Příloha 2: Výkres výztuže desky 1. NP – horní povrch

Příloha 3: Výkres výztuže desky 1. NP – lemovací výztuž

Příloha 4: Výkres výztuže desky 2. NP – dolní povrch

Příloha 5: Výkres výztuže desky 2. NP – horní povrch

Příloha 6: Výkres výztuže desky 2. NP – lemovací výztuž

Příloha 7: Výkres tvaru desky 1. NP

Příloha 8: Výkres tvaru desky 2. NP

Příloha 9: Výkres výztuže schodiště